

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10188333 A**

(43) Date of publication of application: **21.07.98**

(51) Int. Cl

G11B 7/135

(21) Application number: **09323745**

(22) Date of filing: **10.11.97**

(30) Priority: **08.11.96 JP 08312914**

(71) Applicant: **HITACHI MAXELL LTD**

(72) Inventor:
SUGIYAMA TOSHINORI
YOSHIHIRO MASASHI
IMAI SUSUMU
ISHIZAKI OSAMU
SHIMAZAKI KATSUSUKE

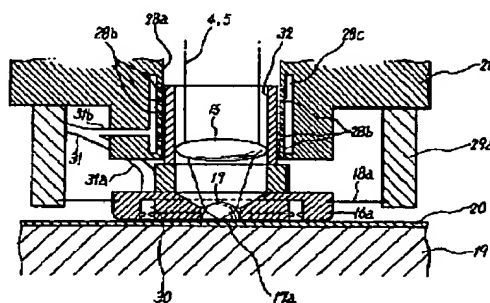
(54) **MASTER DISK ALIGNER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a master disk aligner which can be realized a groove narrowed to cope with narrowing a track pitch and microsizing an information pit.

SOLUTION: In this master disk aligner, a solid immersion lens 17 is used to satisfy $AN > 1$ as an optical element for converging a laser beam 4 on a master disk 19 coated with a photoresist 20. A static pressure air slider 16a is used for the purpose of maintaining a space between the solid immersion lens 17 and the photoresist 20 within an attenuation distance of evanescent light. Air with a controlled flow rate is blown out of an air blowout hole 30 of the static pressure air slider 16a through a pipe 30. The air slider 16a is supported via an air bearing mechanism in a cylinder part 28a of a base 28 by a holder 32.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-188333

(43)公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51)Int.Cl.⁶

G 1 1 B 7/135

識別記号

F I

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-323745

(22)出願日 平成9年(1997)11月10日

(31)優先権主張番号 特願平8-312914

(32)優先日 平8(1996)11月8日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72)発明者 杉山 寿紀

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ

クセル株式会社内

(72)発明者 吉弘 昌史

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ

クセル株式会社内

(72)発明者 今井 奨

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ

クセル株式会社内

(74)代理人 弁理士 川北 喜十郎 (外1名)

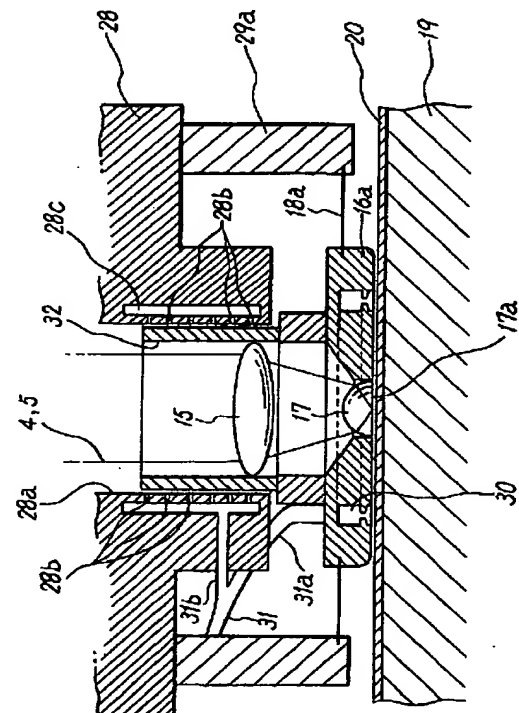
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 原盤露光装置

(57)【要約】

【課題】 情報ピットの微小化および狭トラックピッチ化に対応した狭溝化を実現することができる原盤露光装置を提供する。

【解決手段】 原盤露光装置はフォトリジスト20を塗布した原盤19にレーザ光4集光する光学素子としてN A>1を満たす固体イメージンレンズ17を用いる。固体イメージンレンズ17とフォトリジスト20との間隔をエバネッセント光の減衰距離内に維持するために静圧エアスライド16aを用いる。制御された流量のエアは管30を通じて静圧エアスライド16aのエア吹出口30から吹き出される。エアスライド16aはホルダ32によりベース28のシリンダ部28a内にエアベアリング機構を介して支持されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フォトレジストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトレジストを所望のパターンに感光する原盤露光装置において、

上記レーザ光を集光するための光学素子として $NA > 1$ を満たす固体イマージョンレンズを用い、

上記固体イマージョンレンズと上記フォトレジストを塗布した原盤の距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つ手段を備えることを特徴とする原盤露光装置。

【請求項2】 上記固体イマージョンレンズとフォトレジストを塗布した原盤の距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つ手段として、該固体イマージョンレンズを支持するエアスライダを用いたことを特徴とする請求項1に記載の原盤露光装置。

【請求項3】 上記エアスライダとして静圧型エアスライダを用いたことを特徴とする請求項2に記載の原盤露光装置。

【請求項4】 上記固体イマージョンレンズとフォトレジストを塗布した原盤の距離を一定に保つ手段は、スライダ底面に複数のガス吹出口が形成され且つスライダ内部に該ガス吹出口に通じるガス供給路が形成されたエアスライダと、該ガス供給路に調整された流量でガスを送り込むガス供給源とを備えることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【請求項5】 上記エアスライダとして動圧型エアスライダを用いたことを特徴とする請求項2に記載の原盤露光装置。

【請求項6】 動圧型エアスライダが負圧正圧併用型スライダであることを特徴とする請求項5に記載の原盤露光装置。

【請求項7】 上記固体イマージョンレンズとフォトレジストを塗布した原盤の距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つ手段として、上記エアスライダと原盤との間隔を調整するためのアクチュエータと、固体イマージョンレンズ端面とフォトレジストの間に異なる間隔が形成されるように固体イマージョンレンズ端面に段差が形成された固体イマージョンレンズと、該段差が形成された固体イマージョンレンズ端面に固体イマージョンレンズの内部側から光を入射するための手段と、該段差が形成された固体イマージョンレンズ端面からの反射光を検出する光検出器と、該光検出器からの出力に基づいて上記アクチュエータを制御するための制御系とを備えることを特徴とする請求項2に記載の原盤露光装置。

【請求項8】 上記原盤露光装置が光ヘッドを備え、上記固体イマージョンレンズが光ヘッドに少なくとも2本以上の梁により支持されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【請求項9】 ビット幅が $0.2\mu\text{m}$ 以下のビットパターンを露光することが可能な請求項1～8のいずれか一項記載の原盤露光装置。

【請求項10】 上記原盤露光装置が光ヘッドを備え、該光ヘッドが、上記エアスライダから光ヘッドの基部に向かって延在する部材と、該部材を固体イマージョンレンズの光軸方向に移動可能にするとともに該光軸に直交する面内での移動を拘束するように支持する支持機構とを備えることを特徴とする請求項2～9のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【請求項11】 上記支持機構が、光ヘッド基部内に形成され且つ上記部材の少なくとも一部と嵌合可能な受容部であることを特徴とする請求項10に記載の原盤露光装置。

【請求項12】 上記部材及び受容部の一方に気体吹き出し部が形成されており、上記光ヘッドがさらに該気体吹き出し部に気体を供給する気体供給装置を備えることを特徴とする請求項11に記載の原盤露光装置。

【請求項13】 エアベアリングにより上記部材と受容部とは固体イマージョンレンズの光軸方向に相対移動可能であることを特徴とする請求項11または12に記載の原盤露光装置。

【請求項14】 上記固体イマージョンレンズに入射するレーザ光の入射角を調整するためのリレーレンズをさらに備え、該リレーレンズを固体イマージョンレンズに対して移動することによって固体イマージョンレンズの底面に入射光を集光するための手段をさらに備えることを特徴とする請求項1～13のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【請求項15】 上記固体イマージョンレンズと上記フォトレジストを塗布した原盤の距離を、レーザ光の波長 λ に対して $3\lambda/16$ 以下に保つことを特徴とする請求項1～14のいずれか一項に記載の原盤露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク等の記録媒体用基板の原盤を製造するための原盤露光装置に関し、より詳細には原盤上に照射されるレーザ光のスポット径の回折限界を小さくすることができる光学素子を用いた原盤露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンパクトディスクや光磁気ディスクの基板は、プリフォーマット信号がグループやプリエンボスピットとして形成された原盤を複製してスタンプを作製し、スタンプを装着した射出成型器でプラスチック材料等を射出成型することによって製造される。原盤にグループやプリエンボスピットを形成するために原盤露光装置が用いられている。原盤露光装置は、通常、フォトレジストが塗布されたガラス原盤を回転しながら、原盤面に照射するレーザ光をプリフォーマット信号に応じて

オンオフすることによって所定のパターンでフォトレジストを感光する。かかる原盤露光装置として、例えば、テレビジョン学会誌 Vol 37, No. 6, 475-490頁 (1983年) には、レーザ光波長 $\lambda = 457.98 \text{ nm}$ 、レンズ開口数 $NA = 0.93$ の光ヘッドを用いて、原盤上にスポットサイズ約 $0.5 \mu\text{m}$ にレーザ光を絞り込むことができるVHD/AHD方式ビデオディスクのレーザカッティングマシンが開示されている。このカッティングマシンを用いると最小 $0.25 \mu\text{m}$ のエンボスピットを形成することができることが報告されている。また、このカッティングマシンはレーザスポットを原盤に追従させるためにHe-Neレーザを補助ビームとしたフォーカシングサーボ系を用いている。

【0003】特開平6-187668号公報は、狭トラックピッチ化、高密度記録しても隣接トラックからのクロストークを軽減することができる光ディスク原盤の製造方法を開示しており、原盤露光において上記文献とほぼ同様の構成のレーザカッティングマシンを使用している。

【0004】ところで、従来よりさらに高密度記録を可能にするために、固体イメージンレンズを用いた近接場の光記録が注目されている。固体イメージンレンズは屈折率が真空よりも大なる材料、例えば、屈折率の高いガラス等で構成される球の一部を切断し、切断面と記録媒体の記録面が平行となるように配置したレンズであり、光学系のNAを大きくすることで回折限界を小さくすることを可能にする。これは、固体イメージンレンズの内部において、光を集光することによって空気中における最小のスポット径よりも小さなスポット径を得ることができるためである。

【0005】B. D. Terris等は、固体イメージンレンズを用いることによって光学系のNAを1よりも大きくし、真空中の最小スポット径よりも小さなスポット径を得たことを報告している (“Near-field optical data storage using a solid immersion lens”, Applied Physics Letters, vol. 65 pp. 388-390 (1994))。この報告によると、固体イメージンレンズを用いるとレンズの屈折率 n に対して、NAを n まで大きくすることが可能であり、入射光のNAと比較して n^2 倍まで大きくで

$$S = \lambda / (2NA) = \lambda / (2n \cdot \sin \theta_{\max}) \quad \dots (1)$$

式中、 λ は光学素子に入射するレーザ光の波長、NAは光学素子の開口数、 n は光学素子の屈折率、 θ_{\max} は入射光束の最も外側の光線と光軸とのなす角(入射角)を示す。レーザ光の波長 λ を一定とした場合、スポット径 S を小さくするには上式(1)からNAを大きくすればよいことがわかる。NAは $NA = n \cdot \sin \theta_{\max}$ で定義されるので、NAを増大するには屈折率 n と入射角 θ_{\max} を大きくすればよい。屈折率の大きな材料としては、C、SiC、Si₃N₄、ZrO₂、Ta₂O₅、ZnS、TiO₂、または高屈折率ガラス等が知られて

* き、結果としてスポット径を $1/n^2$ まで小さくすることが可能となる。青色レーザを用いれば、 125 nm のスポット径が実現される可能性が生じ、この場合の記録密度は約40ギガビット平方インチにもなり得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年のマルチメディア化による情報量の増大に伴い、光ディスク等の情報記録媒体の高密度化、大容量化が要望されている。この要望に応えるために、原盤露光装置においても光ディスク等に記録するエンボスピットやグループのパターンを微小化して露光する必要がある。

【0007】本発明の目的は、情報ビットの微小化及び狭トラックピッチ化に対応した狭溝化を実現することができる原盤露光装置を提供することにある。また、本発明の目的は原盤露光装置に固体イメージンレンズを用いた場合に、原盤と固体イメージンレンズを所定の間隔で維持しエバネッセント波での原盤露光を確実に行うことができる機構を備えた原盤露光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様に従えば、フォトレジストを塗布した記録媒体製造用原盤にレーザ光を集光して照射することによりフォトレジストを所望のパターンに感光する原盤露光装置において、上記レーザ光を集光するための光学素子として $NA > 1$ を満たす固体イメージンレンズを用い、上記固体イメージンレンズと上記フォトレジストを塗布した原盤の距離を一定に保つ手段を備えることを特徴とする原盤露光装置が提供される。

【0009】本発明の原盤露光装置は、レーザ光をフォトレジストを塗布した原盤上に集光するための光学素子として $NA > 1$ の固体イメージンレンズを用いる。図10に、光学素子18として固体イメージンレンズを用いて原盤19に照射されるレーザ光のスポット径をより小さなスポット径にする原理を説明する。一般に、光学素子を通じて集光される光のスポット径 S は下記式(1)により表される。

【0010】

【数1】

おり、これらの材料から光学素子を構成することができる。光学素子に高い屈折率の材料を用いると光学素子の内部に入射した光の波長が短くなる。また、図10に示したように、入射光を光学素子(固体イメージンレンズ)17の表面で屈折させ且つ光学素子17の底面(射出面)17aに集光させると、光学素子17内では底面17aへの入射角 θ_{\max} 、すなわち、光学素子17の底面17aに配置した物体(ここでは原盤19)への入射角 θ_{\max} を光学素子18の球面への入射角より大きくすることができる。

【0011】光学素子17は半径 r の球の一部を切断して形成された半球型レンズ（固体イメージジョンレンズ）である。光学素子17の切断面、すなわち、光学素子17の出射面17aは入射光の光軸に対して垂直に切断される。光学素子17の切断位置は球の中心から r/n の距離である。図10に示したように、入射光の延長線

（図中、破線）が光学素子17の中心から距離 nr だけ下方にある位置で交わるように入射光を光学素子17に入射させると、入射光は光学素子17の底面17aに集光することになる。ここで、原盤19を光学素子17の底面17aからエバネッセント光の減衰距離102内の位置に配置すると、光学素子17はエバネッセント場

（空気のギャップ）を介して原盤19上に光の微小スポットを形成する。光学素子17は、前述したように光学素子17内での入射光の波長 λ の短波長化及び入射角 θ_{\max} の増加によって n^2 倍までNAを増加させることができる。換言すれば、理論的にはレーザ光のスポット径が $1/n^2$ まで小さくできる。それゆえ、光学素子として固体イメージジョンレンズを用いれば、原盤19上に形成されるスポットを空气中で得られる最小スポットよりも小さくできる。例えば、本発明の原盤露光装置では、ピット幅が $0.2\mu\text{m}$ 以下のピットパターンを露光することが可能である。

【0012】本発明では、固体イメージジョンレンズを原盤露光装置の集光手段として用いているので、固体イメージジョンレンズの出射面は原盤の表面と平行でなければならない。このために、本発明の原盤露光装置では固体イメージジョンレンズが光ヘッドに少なくとも2本以上の梁により支持されていることが好ましい。

【0013】さらに、上述のように固体イメージジョンレンズと原盤との距離はエバネッセント光の減衰距離内にしなければならない。本発明においては、静圧型エアスライダを用いることによって固体イメージジョンレンズと原盤との距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つことができる。特に、本発明の原盤露光装置は、スライダ底面に複数のガス吹出口が形成され且つスライダ内部に該ガス吹出口に通じるガス供給路が形成されたエアスライダと、該ガス供給路に調整された流量でガスを送り込むガス供給源とを備えることが好ましい。

【0014】また、本発明において、動圧型エアスライダ上に固体イメージジョンレンズを設置して線速度一定の条件で原盤を回転させることにより、エアスライダを原盤上から浮上させて固体イメージジョンレンズと原盤との距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つこともできる。動圧型エアスライダを用いることにより装置構成を簡略化することができる。動圧型エアスライダとして、負圧正圧併用型スライダが好ましい。

【0015】上記固体イメージジョンレンズとフォトレジストを塗布した原盤の距離をエバネッセント光の減衰距離内の一定の距離に保つ手段として、エバネッセント光

を用いた自動焦点機構を用いることができる。かかる自動焦点機構は、エアスライダと原盤との間隔を調整するためのアクチュエータと、固体イメージジョンレンズ端面とフォトレジストの間に異なる間隔が形成されるように固体イメージジョンレンズ端面に段差が形成された固体イメージジョンレンズと、該段差が形成された固体イメージジョンレンズ端面に固体イメージジョンレンズの内部側から光を入射するための手段と、該段差が形成された固体イメージジョンレンズ端面からの反射光を検出する光検出器と、該光検出器からの出力に基づいて上記アクチュエータを制御するための制御系とから構成することができる。自動焦点機構を用いることにより、露光中であっても固体イメージジョンレンズとフォトレジストを塗布した原盤の距離をモニターしながらエバネッセント光の減衰距離内の距離に調整することができる。

【0016】エアスライダを用いた本発明の原盤露光装置は光ヘッドを備え、該光ヘッドが、上記エアスライダから光ヘッド基部に向かって延在するホルダ部材のような部材と、該部材を固体イメージジョンレンズの光軸方向に移動可能にするとともに該光軸に直交する面内での移動を拘束するように支持する支持機構とを備えることができる。原盤露光中に、固体イメージジョンレンズを用いたエアスライダは原盤上で浮上しているため、エアスライダは固体イメージジョンレンズの光軸と直交する方向、すなわち、原盤の面内方向において微動するおそれがある。かかるエアスライダの原盤の面内方向での微動は、露光位置精度を低下させることになる。そこで、本発明ではエアスライダから延在する部材と、該部材の原盤面内方向での移動を防止するような該部材の支持機構を設けることにより、かかるエアスライダの原盤の面内方向の微動を防止している。

【0017】上記支持機構は、光ヘッド内に形成され且つ上記部材の少なくとも一部と嵌合可能な受容部、例えば、シリンダにすることができる。さらに、上記エアスライダから延在する部材と受容部とは固体イメージジョンレンズの光軸方向にエアベアリングにより相対移動可能にすることができる。エアベアリングは、上記部材及びその受容部の一方の壁面に気体吹き出し部を形成し、該気体吹き出し部に気体を供給する気体供給装置を光ヘッドまたは原盤露光装置に設けることによって構成することができる。なお、本発明の実施例5に示したように、エアスライダから延在する部材は、後述するリレーレンズを保持する円筒状のホルダとし、受容部はホルダの外径よりわずかに内径が大きいシリンダとし、ホルダ内を固体イメージジョンレンズに入射する光が通過するようにするのが好ましい。

【0018】本発明の原盤露光装置は、固体イメージジョンレンズに入射するレーザ光の入射角を調整するためのリレーレンズをさらに備え、該リレーレンズを固体イメージジョンレンズに対して移動することによって固体イマ

ージョンレンズの底面に入射光を集光するための手段をさらに備えることが好ましい。かかる手段を備えることによって、リレーレンズからの入射光を確実に固体イメージョンレンズの底面に集光させ、固体イメージョンレンズの底面にエバネッセント光減衰距離を隔てて配置した原盤を微小スポットで確実に露光することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体イメージョンレンズを用いた原盤露光装置の実施の形態及び実施例を図面を参照しながら説明する。

【0020】〔第1実施例〕本発明に従う原盤露光装置の第1実施例を図1により説明する。図1は、原盤露光装置100の構成概略を示す。原盤露光装置100は、主に、露光用のレーザ光を出射するレーザ光源1、原盤19への照射タイミング及び照射位置をそれぞれ調整する音響光学（AO）変調器7及び音響光学（AO）偏向器9、露光用光ヘッド27、原盤19を回転するターンテーブル21、照射されたスポットを観測するための撮像管24及びディスプレイ26並びに光路を調整するためのビームスプリッター3、ミラー11、ハーフミラー13、レンズ6等の種々の光学素子から構成されている。

【0021】レーザ光源1から出射されたレーザ光束2はビームスプリッター3により第1の光束4と第2の光束5に分けられる。第1の光束4は、一対のレンズ6で挟まれたAO変調器7に入射して、記録すべき信号のタイミングに応じたパルス光に変調される。AO変調器7で変調されたパルス光はミラー8で反射された後、AO偏向器9に入射して原盤19の所定の半径方向位置を照射するように偏向される。次いで、偏向された光は、偏光ミラー10及びミラー11を経て光ヘッド27に入射する。光ヘッド27には後述するリレーレンズ15及び固体イメージョンレンズ17が装着されており、それらのレンズによりレーザ光は原盤19の表面の所定位置に集光される。原盤19上には予め入射光に対して感光性のフォトレジスト20が塗布されている。一方、第2の光束5はEO変調器12に入射する。AO変調器7の代わりにEO変調器12により照射タイミング及び露光量を変調してもよい。EO変調器12を通過した光はハーフミラー13で反射され、 $\lambda/2$ 位相板14を透過した後、偏光ミラー10、ミラー11を経て光ヘッド27に到達する。

【0022】光ヘッド27から原盤19上のフォトレジスト膜20に照射された光は、液浸レンズと同じ原理により空気中の理論的な最小スポット径よりも小さなスポットを形成してフォトレジスト膜20を感光させる。ここで、固体イメージョンレンズ18の端面とフォトレジスト膜20表面との距離は後述する方法でエバネッセント波が伝搬する距離以内に調整する必要がある。

【0023】原盤19のフォトレジスト膜20の表面か

ら反射された光は、固体イメージョンレンズ18及びリレーレンズ15を透過して平行光となり、ミラー11、偏光ミラー10、ハーフミラー13を経てレンズ22により撮像管24上に集光される。撮像管24のディスプレイ26に表示されたスポット像26a、26bを観察することにより、固体イメージョンレンズ18によって形成されるスポット形状を確認することができる。

【0024】次に、図1に示した原盤露光装置100の光ヘッド27の構造の詳細を図2及び図3を用いて説明する。図2及び図3は、それぞれ、固体イメージョンレンズ17を静圧式の浮上型エアスライド16aに搭載した光ヘッド27の斜視図及び断面図を示す。

【0025】図2に示すように光ヘッド27は浮上型エアスライド16aと、光ヘッドベース部28とを備え、浮上型エアスライド16aはベース部28の底面に固着された4本の支持部材29及びそれに接続された弾性部材18、例えば板バネにより支持されている。この支持構造により、エアスライド16aは、原盤平面と平行な方向（図中X、Y方向）に拘束され、固体イメージョンレンズの光軸方向（図中Z方向）に可動である。

【0026】図3に示すように、エアスライド16aはその上部にピエゾ素子33を介してリレーレンズ15を支持するホルダ32を備える。エアスライド16aの中央に固体イメージョンレンズ17が固定されて配置されている。ここで、リレーレンズ15の焦点位置が固体イメージョンレンズ17の端面（底面）17aと一致するように、ピエゾ素子33により固体イメージョンレンズ17に対するリレーレンズ15との光軸方向位置が調整される。

【0027】エアスライド16aは、原盤19の回転速度や半径位置に拘らずスライド16aと原盤に塗布されたレジスト20表面との距離、いわゆる浮上高さを常に一定に保つための手段として、スライド底面に形成された複数（4つ）のガス吹き出し口30、ガス吹き出し口30に連結されたガス供給管31及び空気や窒素等のガスを調整された流量でガス供給管31に送り込むガス供給源（図示しない）を備える（静圧型エアスライド）。エアスライド16aの浮上高さは、エア吹き出し口30から排出されるガスの流量及びエアスライド16aを支持する板バネ18aの弾性定数を調整することによって制御することができる。なお、エア吹き出し口30は、レジスト20からあるいは雰囲気中からの塵等の異物が詰まらないようにその開口部の面積がエア供給路の途中（絞り部）に比べて大きくなるように形成されている。

【0028】エアスライド16aの浮上高さは、固体イメージョンレンズ17の端面17aに集光された光のエバネッセント光の減衰距離内におかれる。この距離はレーザ光源1の波長を λ とすると $3\lambda/16$ 以下が望ましい。この距離が $3\lambda/16$ より長くなると、エバネッセント光が減衰し、フォトレジストに露光される光量が少

なくなる。また、この距離の変動は露光量の変動になるので、距離変動量を $\lambda/16$ 以下にすることが望ましい。

【0029】〔第2実施例〕

図4に、図1に示した原盤露光装置100に使用される光ヘッド27の別の具体例を示す。図4に示した光ヘッドは、リレーレンズ15が光ヘッドベース部28にボイスコイルアクチュエータ130を介して接続されている。ボイスコイルアクチュエータ130は、ボビン34a、コイル34b、永久磁石35、ヨーク36a、36b、上側バネ材37a、下側バネ材37bから構成されている。ボビン34aはその内側でリレーレンズ15を支持し且つコイル34bを流れる電流の向きに従って上下に駆動される。ボイスコイルアクチュエータ130はドライバ66からの制御信号を受けてコイル34bに流す電流を制御してリレーレンズ15を通過した光を固体イメージンレンズの端面に集光させる。

【0030】光ヘッドベース部28には、スライダ部材16bのベース部28に対する位置変位（光軸方向）を検出する静電容量センサ60が設けられている。静電容量センサ60は、支持体62a、62bにそれぞれ支持された電極61a、61b間の距離を測定する。センサ60の出力は変位検出回路64を通じてボイスコイル型アクチュエータ130を駆動するドライバ66に送られる。またドライバ66には電極61a、61b間の距離を所定の値、すなわち、リレーレンズ15を通過した光が固体イメージンレンズの端面17aに集光するような位置関係（図10参照）における電極61a、61b間距離に維持するための基準変位設定信号65が送られる。ドライバ66は変位検出回路64からの出力と基準変位設定信号65とを比較して固体イメージンレンズ17に対するリレーレンズ15の位置を制御する。こうして、固体イメージンレンズ17への入射光の入射角は、その入射光が固体イメージンレンズ17に屈折入射した後、レンズ内で端面17aに収束するように調整される。

【0031】図4に示した光ヘッドの他の構成は、第1実施例と同様であるのでその説明を省略する。本実施例の光ヘッドの構成を採用することにより、第1実施例に比べてスライダ全体の質量が小さくなり、エアスライダ部材16bの原盤19の上下動に対する追従性が向上するという利点がある。また、センサ60を設けたことにより原盤露光しながらリレーレンズ15の焦点位置を正確に制御することができ、それによって固体イメージンレンズ17からのエバネッセント光による微小ピットの露光を確実にする。

【0032】〔第3実施例〕図5に、図1に示した原盤露光装置100に使用される光ヘッド27の第1及び第2実施例とは異なる例を示す。図5に示した光ヘッド

は、図3に示した第1実施例の光ヘッドと異なり、スライダ16cの底面からのガス吹き出しは行わない。すなわち、この実施例の光ヘッドは、エアスライダ16cの浮上動作を原盤19の回転により生じる気流及びエアスライダ16cを可動に支持する板バネ18cの弾性定数によって制御するいわゆる動圧型エアスライダを採用している。

【0033】原盤19の半径位置あるいは回転速度が変化することによりエアスライダ16cに対するフォトレジスト面20の相対速度が変動したとき、エアスライダ16cの浮上量は変化する。この動圧型エアスライダ16cはかかる浮上量の変化を抑制するため、図6に示したような形状の負圧正圧併用型スライダを採用している。図6のスライダ16cの底面図、左側側面図及びAA線断面図からわかるように、スライダ16cの底面81には底面81からわずかに突出し（図6では紙面前方に突出）且つ図中矢印で示したディスク進行方向に延在する凸部80が形成されている。凸部80はディスク進行方向に沿ってその幅（ディスク進行方向と直交する方向の長さ）が変化するように形成されている。スライダ16Cに対して原盤（図6に示さない）が回転駆動したときに発生する気流は矢印Bに示すように凸部80の間を通り抜ける。この際、気流は凸部80の幅広（AA線上）部分80aに挟まれた狭い領域で圧縮された後、幅狭部分80bに挟まれた幅の広い領域に拡散するためにその圧力が低下する。この低下した圧力（負圧）によりスライダ16Cに原盤ディスクからの吸引力が働き、一方で、スライダ16Cには原盤の回転による浮力が作用し、これらの力がバランスすることによりスライダ16Cは原盤との間で一定の間隔を維持することができる。負圧正圧併用型スライダの詳細は、例えば、「MR/GMRヘッド技術」、第112頁（トリケップス出版）に記載の磁気ディスクへの適用例の欄を参照することができる。

【0034】図5に示した光ヘッドの他の構成は、第1実施例と同様であるのでその説明は省略する。この実施例の光ヘッドの構成を採用することにより、エア供給手段が不要になるため、原盤露光装置の構造を一層簡略化することができる。

【0035】〔第4実施例〕図7に、図1に示した原盤露光装置100に使用される光ヘッド27の第1～第3実施例とは異なる例を示す。この実施例の光ヘッドではエアスライダ16dの浮上量を制御するためにエバネッセント光による自動焦点機構を用いている。

【0036】図7に示す様に、エアスライダ16dは、二組のバネ材18c、18dによりベース部28の支持部材29と連結されている。この例では、リレーレンズ15はエアスライダ16d上に設置されたホルダ32に固定されている。ホルダ32上には、ボイスコイル型アクチュエータ140を構成するボビン34eが固着され

ており、アクチュエータ140の他の構成要素であるコイル34f、永久磁石35b、ヨーク36c、36dはベース部28に装着されている。従って、アクチュエータ140が駆動すると、固体イメージンレンズ17及びリレーレンズ15が装着されたエアスライダ16dがベース部28に対して光軸方向（図面上下方向）に移動することになる。

【0037】エアスライダ16dの内部には、外部から固体イメージンレンズ17に通じる空洞（光路）16f、16gが光軸を挟んで対称に形成されており、一方の光路16fの開口部（光入射口）にはLED光源40が装着され、他方の光路16gの開口部（光出射口）は、光検出器41、42がそれぞれ装着されている。固体イメージンレンズ17の端面（底面）はその中央部17bが周縁部17cから少なくとも $\lambda/4$ （ λ はレーザビームの波長）突出するように段差が形成されている。従って、フォトレジスト面20と固体イメージンレンズ端面17b間に適正な浮上量（ $\lambda/16 \sim 3\lambda/16$ ）で、例えば、 $\lambda/8$ ）が保たれているとき、フォトレジスト面20と固体イメージンレンズの周縁部17cは、少なくとも $3\lambda/8$ 以上離れていることになる。

【0038】光検出器41、42の出力 d_1 、 d_2 は、図8に示した信号処理回路に接続されている。信号処理回路は、一対のI-V変換器91、アンプ92、差動アンプ93、位相補償回路94から構成されており、位相補償回路94からの制御信号はボイスコイル型アクチュエータ140のドライバ66に入力される。上記信号処理回路及びアクチュエータ140のドライバ66がボイスコイル型アクチュエータの制御系を構成する。

【0039】図7及び図8に示した構成の光ヘッドにおけるエアスライダ16dの浮上量の制御原理について以下に説明する。図7において、LED40から出射したレーザ光は、空洞16fを通して固体イメージンレンズ17の端面の中央部（突出部）17b及び周縁部17cに到達した後、全反射条件に従って反射される。一方で、固体イメージンレンズ17の端面からエバネッセント光が原盤19の方向に漏れ出る。

【0040】ここで、図9は、固体イメージンレンズ17の端面と原盤19のフォトレジスト20表面の距離に対する固体イメージンレンズの端面からの反射率の関係を示すグラフである。図9によると、フォトレジスト面20と固体イメージンレンズ端面の間隔が $\lambda/8$ である場合には、エバネッセント光により反射率が約35%であるのに対して、浮上量が $3\lambda/8$ を超えると反射率は90%以上となる。すなわち、固体イメージンレンズ端面の中央部17bからの反射率が約35%である場合には、周縁部17cからの反射率は90%であり、検出器41及び42において電流信号に変換された電気信号 d_1 、 d_2 の比率は約35:90となる。従って、図8に示すような信号処理回路においてアンプ92

のゲインを反射率の比の逆数 $1/(35/90)=90/35$ とすることによりレンズ中央部17bでの浮上高さが h が丁度 $\lambda/8$ の時に作動アンプ93を経て位相補償回路から出力された制御信号 P は $P=0$ となり、 $h>\lambda/8$ の時には制御信号 $P<0$ となり、 $h<\lambda/8$ の時に制御信号 $P>0$ となる。よって、この制御信号 P の極性に基づいてドライバ66によりボイスコイル型アクチュエータ140を駆動すればエアスライダ16dの正確な浮上量に調整することができ、エバネッセント光による微小ピットの露光を確実にすることができる。

【0041】〔第5実施例〕図11に、図1に示した原盤露光装置100に使用される光ヘッド27の第1～第4実施例とは異なる例を示す。この実施例の光ヘッドは、図3（第1実施例）に示した光ヘッドに、原盤露光中にエアスライダ16aが原盤面内方向に微動することを防止するための機構をさらに備える。

【0042】図11に示した光ヘッドは、リレーレンズ15を支持し且つ上方に（ベース部28に向かって）延在する円筒状ホルダ32と、ベース部28の中央側壁が下方に延在することにより形成されたシリンダ部28aを有する。シリンダ部28aの内径はホルダ32の外径よりも僅かに大きくなるように両者が形成されており、それによりホルダ32がシリンダ部28a内で摺動（移動）可能となる。シリンダ部28aの壁面にはガス吹き出し孔28bがシリンダ部28aの内周方向及びシリンダ部28aの中心軸方向に均一に形成されており、ガス吹き出し孔28bはシリンダ部28a内部に形成された環状のガス流路28cと連絡されている。ガス供給管31は途中で分岐して、一方の分岐管31aはスライダ16aのガス吹き出し口30に連結し、他方の分岐管31bは環状のガス流路28cに連結する。

【0043】図11に示した構造の光ヘッドにおいて、ガス供給管31から空気または窒素等のガスが供給されると、分岐管31b及び環状のガス流路28cを通じてガス吹き出し孔28bからガスが吹き出される。前述のようにガス吹き出し孔28bはシリンダ部28aの内壁に渡って均一に形成されているため、ガス吹き出し孔28bから吹き出したガスはシリンダ部28aの内周とホルダ32の外周の間に均一に充満し、常にホルダ32をシリンダ部28a内の一定位置（シリンダ部28aの中心）に位置付けるように付勢する。また、シリンダ部28aの内周とホルダ32の外周との間に充満したガスは、エアベアリングとして機能して、ホルダ32をシリンダ部28a内で光軸方向に移動可能にする。このようなホルダ及びシリンダ並びにエアベアリング機構を用いることにより、露光中にエアスライダ16aの光軸方向の微動を許容しつつ、原盤面内方向における位置ずれを防止することができ、所定の原盤半径方向及びトラック方向における高精度な原盤露光を実現することができ、図11に示した光ヘッドにおいても、実施例

1で説明したように、スライダ16aのガス吹き出し孔30から吹き出したガスは固体イメージンレンズ17と原盤19の露光面との間隔をエバネッセント光の減衰範囲内に維持する。

【0044】図11では、図3の場合と同様に板バネ18aを用いてエアスライダ16aをベース部28に対して支持したが、前記エアベアリング機構を採用しているために、板バネ18aを省略することができる。但し、板バネ18aを省略する場合には、ホルダ32がシリンダ部28aから脱落するのを防止する機構を別途設けるのが望ましい。図11に示した光ヘッドでは、エアベアリング機構のガス吹き出し孔28bに供給するガスの供給源を、エアスライダ16aから吹き出すガスの供給源と共用したが、エアベアリング機構専用のガス供給源を設けてもよい。また、上記例では、ガス吹き出し孔28bはシリンダ部28a側に設けたが、ホルダ32の外周面に設けてもよい。

【0045】上記例では、エアベアリング機構を用いてエアスライダ16aの原盤面内での移動を拘束したが、エアベアリングの代わりに、磁気ベアリングを採用することもできる。すなわち、ホルダ32とシリンダ部28aとが互いに反発し合うような磁性材料からそれらを構成することができる。また、エアベアリングの代わりに、ボールベアリングのような機械式ベアリングを採用してエアスライダ16aの原盤面内での移動を拘束してもよい。

【0046】以上、本発明の原盤露光装置を5つの実施例を用いて具体的に説明してきたが本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、静圧型エアスライダと動圧型エアスライダとを組み合わせた構成を採用してもよく、また、エバネッセント光による浮上量制御を静圧型エアスライダに適用してもよい。また、第1実施例で静圧型エアスライダの具体的構造を示したが、この構造に限らず、原盤の回転による浮上力を用いずに原盤が静止しているときでも外部から供給した空気圧によってエアスライダを原盤から所定の高さに維持することができる構造であれば任意の構造を採用することができる。また、第5実施例で例示したエアベアリング機構を、本発明のいずれのタイプのエアスライダにも適用することができる。

【0047】本発明の原盤露光装置は、コンパクトディスク、CD-ROM、デジタルビデオディスク等の再生専用の光記録媒体、CD-Rのような追記型記録媒体、光磁気ディスクのような書換え型光記録媒体のみならずハードディスク等に使用されるエンボスピットタイプの磁気記録媒体を製造するために使用することができる。

【0048】本発明では、原盤露光装置の集光レンズとして固体イメージンレンズを用い、固体イメージンレンズと原盤との間隔をエアスライダを用いて調整している関係上、光ヘッドの原盤の半径方向に対する位置ず

れを防止する必要がある。本発明では少なくとも2本以上の梁部材（例えば、図2及び図3の弾性部材18）でエアスライダを支持することによってかかる方向の光ヘッドの剛性を高めている。この梁部材は固体イメージンレンズの端面を原盤表面に対して平行に維持するためにも機能している。また、梁部材に代えてまたは梁部材とともに実施例5に示したようなエアベアリングを用いて光ヘッドの原盤面内方向に対する位置ずれを防止することができる。

10 【0049】

【発明の効果】本発明の原盤露光装置は集光手段として固体イメージンレンズを用いているため、極めて微小なピット、例えば、 $0.2\mu\text{m}$ 以下のピットが形成される高密度記録媒体用の原盤を製造するのに好適である。また、本発明で開示した静圧型または動圧型エアスライダを用いることにより固体イメージンレンズと原盤表面との間隔を正確に制御することができ、エバネッセント波による微小ピットの露光を実現することができる。特に、動圧型のエアスライダを用いることによりより光ヘッド、ひいては原盤露光装置の構成を簡素化することができる。また、エバネッセント波を用いた自動焦点機構を用いることにより露光中であっても原盤と固体イメージンレンズとの間隔を精密に制御することが可能となる。さらに、エアベアリング機構を用いて露光中のエアスライダの原盤面内方向の移動を防止することにより、高精度の露光位置制御が可能になる。従って、本発明の原盤露光装置を用いることにより超高密度記録が可能な情報記録媒体用基板を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】本発明に従う原盤露光装置の全体構成を説明する概念図である。

【図2】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1実施例を示す斜視図である。

【図3】図1に示した本発明に従う原盤露光装置の光ヘッドの第1の実施例を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドの断面図である。

【図5】本発明の第3の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドの断面図である。

40 【図6】本発明の第3の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドのエアスライダの構造を説明する図である。

【図7】本発明の第4の実施例に従う原盤露光装置の光ヘッドの断面図である。

【図8】図7に示した光ヘッドのエアスライダの浮上量を制御するために使用される信号制御回路のブロック図である。

【図9】固体イメージンレンズ端面とフォトレジスト表面の距離に対する光の反射率の関係を示すグラフである。

50 【図10】固体イメージンレンズを用いて原盤表面に

露光用のレーザ光を集光する様子を説明する図である。

【図11】図3に示した光ヘッドに、エアスライダの原盤面内方向の移動を防止するエアベアリング機構を採用した実施例を説明する図である。

【符号の説明】

3 ビームスプリッタ

7 AO変調器

9 AO偏向器

16 静圧型エラスライド

17 固体イメージングレンズ

*18 バネ部材

20 フォトレジスト

27 光ヘッド

28 光ヘッドベース部

28a シリンダ部

28b 気体吹き出し孔

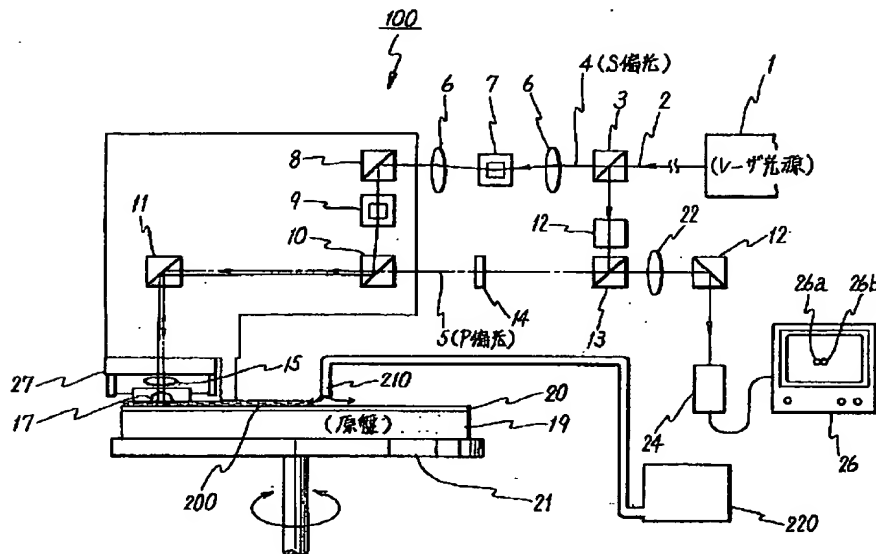
29 支持部材

30 エア吹き出し口

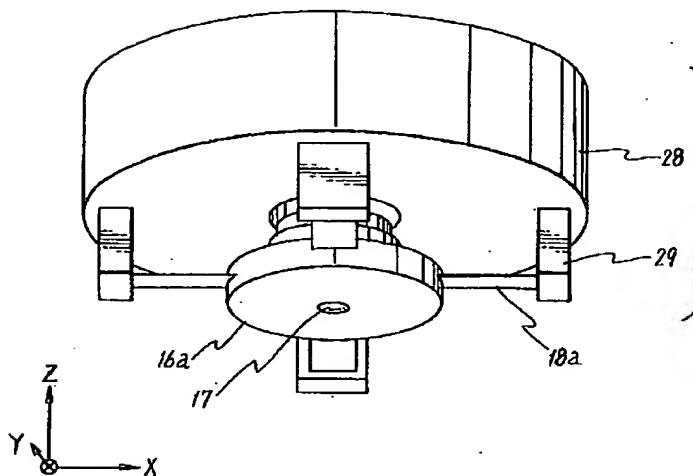
100 原盤露光装置

*10 130, 140 ボイスコイル型アクチュエータ

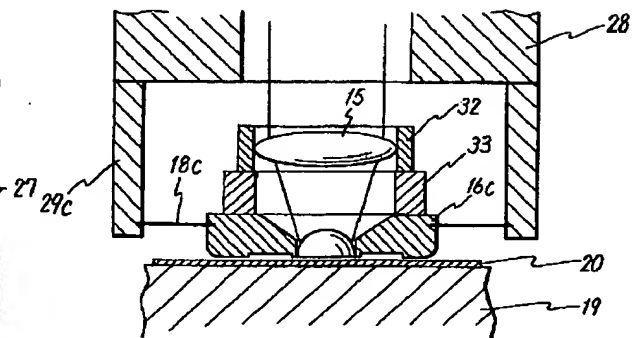
【図1】



【図2】

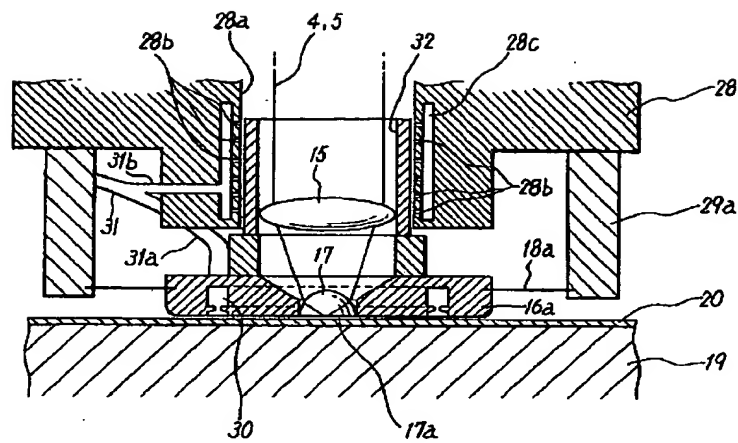


【図5】



BEST AVAILABLE COPY

【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 石崎 修
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72)発明者 島崎 勝輔
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内